

En quoi la plage dynamique d'un capteur de niveau radar est-elle essentielle pour la fiabilité de mesure des produits en vrac ?

La technologie radar est devenue au fil des années très populaire en instrumentation de mesure de niveau. Qu'il s'agisse de silos à grains, de farine, de ciment, de concasseurs en carrières, cases agrégats sur centrale à béton ou encore de granulés plastiques pour les secteurs de l'injection et de l'extrusion, ils ont tous fait confiance aux capteurs de niveau radar pour assurer le bon fonctionnement des procédés avec une efficacité maximale. Les processus de production étant devenus de plus en plus complexes, la technologie radar a évolué au fil du temps pour répondre aux demandes croissantes du marché. L'un des aspects sur lequel ces instruments ont beaucoup progressé est l'augmentation de la plage dynamique. Cet article détaille l'importance de celle-ci dans les applications de mesure de niveau sur solides.

La plage dynamique c'est quoi ?

Mesurée en décibels (dB), la plage dynamique (également juste appelée « dynamique ») traduit la différence entre le plus grand et le plus petit signal mesurable, c'est pour ainsi dire un indicateur de la sensibilité du capteur. Plus la dynamique d'un radar est importante, plus faibles sont les signaux qu'il peut mesurer. Cela permet notamment d'assurer une plus grande sécurité et fiabilité de mesure sur de très grande distances et sur des produits à faible pouvoir de réflexion. Une grande plage dynamique permet ainsi à la technologie radar de mesurer avec précision les solides dans le plus grand nombre d'applications.

Pour une meilleure compréhension de ce qu'est la plage dynamique, considérons par analogie deux types de balances que l'on retrouve couramment chez soit à la maison. Un pèse-personne numérique standard mesurant des poids allant jusqu'à 160 kilos et le faisant par incréments de 0,1 kilo. Si l'on considère que 0,1 kilo est une petite valeur et que 160 kilos est un poids conséquent, on peut dire qu'un pèse-personne a une bonne portée. En cuisine, nous constatons que la balance a également une grande portée. Il est vrai qu'une balance de cuisine typique ici ne mesure que jusqu'à 5 kilos, mais elle le fait par intervalles de 1 gramme. Chaque balance a donc sa propre gamme de poids et nous pouvons comparer les amplitudes de ces plages.

Tout comme pour les capteurs de niveau radar, la gamme d'une balance diffère selon le besoin. On se référera à la balance de cuisine pour par exemple peser en grammes les myrtilles que le diététicien nous recommande de manger au petit-déjeuner. Par ailleurs le pèse-personne servira lui pour mesurer en kilos les effets de notre régime alimentaire. Intervertir les deux ne permettra pas d'obtenir des données précises et aura probablement pour résultat une salle de bain pleine de myrtilles et les restes brisés d'une balance éparpillés sur le sol de la cuisine.

Maintenant, imaginez qu'un capteur de niveau radar avec une gamme dynamique de 96 dB soit un pèse-personne. Après une pesée, vous pourriez descendre de cette balance, enlever un cheveu de votre tête et remonter dessus et la balance détecterait la différence. C'est assez étonnant, mais encore plus si on sait que 96 dB n'est pas le maximum lorsqu'il s'agit de la dynamique des capteurs de niveau radar actuels. De nombreux capteurs de niveau offrent une large gamme dynamique de 112 dB. Si l'un de ces appareils était une balance, vous pourriez garer un camion dessus et en retirer un cheveu et la balance fournirait une différence de poids lisible. Les capteurs de niveau radar les plus avancés technologiquement ont actuellement une plage dynamique de 120 dB. En appliquant cette dynamique à une balance, vous pourriez faire la même manipulation capillaire que précédemment en étant assis dans un train et la balance verrait la différence ! Installer ces capteurs radars sur une application de mesure en industrie équivaut à posséder une balance domestique qui

atteint la sensibilité fine d'une balance de cuisine avec la plage maximale d'un pèse-personne, voire bien au-delà.

Par exemple, comparons le premier et le dernier capteur évoqué précédemment. La différence de 24 dB (entre 96 et 120 dB) dans la gamme dynamique correspond à un facteur de 250. Cela signifie que les signaux apparaissent 250 fois plus grands dans le capteur à 120 dB que dans celui de 96 dB. La différence de 8 dB entre le deuxième et le troisième capteur radar représente également un écart de performance plus important que l'on pourrait le penser, car 8 dB correspondent à un facteur 6. Cette incroyable sensibilité est une caractéristique essentielle pour les utilisateurs de capteurs radar dans diverses industries.

Une grande gamme dynamique est recommandée pour mesurer des produits à faible propriétés de réflexion,

La nécessité d'avoir des capteurs radar avec une large gamme dynamique dépend de l'application et surtout du produit à mesurer. Pour comprendre faisons une incursion dans le domaine des liquides ou par exemple les opérateurs dans l'assainissement et le traitement des eaux usées s'appuient sur des capteurs radar pour mesurer la hauteur de fosses de relevage, de déversoirs d'orage ou encore de divers bassins. Dans ces applications, un capteur n'a pas besoin d'une très grande dynamique, car l'eau réfléchit fortement les signaux radar. Une plage dynamique de 96 dB suffit amplement. La famille des capteurs VEGAPULS 10/20/30 répond parfaitement à ce type d'applications avec un positionnement technico-économique attractif.

A l'opposé l'industrie du vrac regorge de produits à faible propriétés de réflexion des signaux radar en raison de leur faible permittivité relative (ϵ_r) appelée plus couramment « constante diélectrique »⁽¹⁾. Ces matériaux à faible constante diélectrique exigent un capteur radar à grande dynamique, qui ressemble donc plus à une balance de cuisine qu'à un pèse-personne, pour détecter en toute fiabilité les faibles signaux réfléchis. Les capteurs radar avec une dynamique de 120 dB peuvent ainsi mesurer tous les solides : en fait, on peut dire que le temps où l'on vérifiait les valeurs de constante diélectrique des produits mesurés est révolu.

Plage dynamique	Références	Fréquences	Commentaires
96 dB	VEGAPULS 65 , 66	6 GHz	Ancienne génération remplacée par le VEGAPULS 6X
96 dB	VEGAPULS 61, 62, 63	26 GHz	Ancienne génération remplacée par le VEGAPULS 6X
96 dB	VEGAPULS 11, 21, 31, C11, C21, C22, C23	80 GHz	Nouvelle génération 80 GHz pour applications basiques
112 dB	VEGAPULS 67 et 68	26 GHz	Ancienne génération remplacée par le VEGAPULS 6X
120 dB	VEGAPULS 64 et 69	80 GHz	Première génération 80 GHz remplacée par le VEGAPULS 6X
120 dB	VEGAPULS 6X	80 GHz, 26 GHz 6 GHz	Dernière génération 80 GHz incluant aussi les fréquences 6 et 26GHz pour applications process

Les plages dynamiques pour les capteurs de niveau radar VEGA anciennes et nouvelle générations

Une fréquence de fonctionnement élevée

La fréquence de mesure est une autre caractéristique du capteur, qui combinée à sa dynamique de mesure, influe aussi sur les performances de mesure. Plus celle-ci est élevée, meilleure sera la focalisation du capteur. En effet, avec un angle d'émission réduit, il y aura plus de focalisation d'énergie et par conséquent moins de dispersion de signal et l'amplitude de l'écho reçu en retour sera d'autant plus élevée. Les capteurs 80 GHz offrent des angles d'émission de 3,5° à 10° selon les dimensions d'antennes ⁽²⁾.

Mesure non intrusive

Une autre propriété intéressante est la propension des ondes électromagnétiques à passer au travers des matériaux non-conducteurs tels que les plastiques, le verre ou encore les briques réfractaires ou la céramique, contrairement aux métaux qui ne laissent passer aucune onde électromagnétique. Il est donc possible par exemple de réaliser des mesures ou détectations de niveau non-intrusives au travers de parois céramiques sur des produits à haute température. Une grande dynamique permet ici de récupérer des signaux en retour même sur des produits à faible constante diélectrique et malgré qu'une partie du signal soit absorbée ou réfléchi par la paroi. En effet lorsqu'une onde électromagnétique arrive sur une matière, une partie de l'onde peut, soit être réfléchi ou diffractée, soit la traverser suivant la fréquence de l'onde et les caractéristiques électriques de la matière.

Barrière radar pour détection de niveau ou de bourrage

La barrière à hyperfréquences est une application particulière de la technologie radar. Un émetteur et un récepteur radar distincts montés de part et d'autre forment un barrage. Le produit venant couper le signal entre émetteur et récepteur génère un signal TOR (Tout-Ou-Rien) pour un niveau haut ou bas. Avec cette barrière on peut aussi effectuer la détection au travers de parois non-conductrices pour par exemple des application de type remplissage de big-bag ou encore à haute température comme la détection de niveau sur trémies sous refroidisseur clinker en cimenterie. Dans ce cas la détection s'effectue au travers de hublots en briques réfractaires à l'abri de l'ambiance régnant dans les trémies.

Conclusion

La gamme dynamique d'un capteur radar fait référence à sa sensibilité et donc à sa capacité à mesurer les faibles signaux. VEGA en tant que fabricant pionnier dans technologie radar répond à la demande croissante d'une grande plage dynamique en mettant sur le marché des capteurs radar qui mesurent avec précision les produits en vrac de plus en plus difficiles. Le résultat final est une plus grande polyvalence des applications. Le radar est devenu une technologie de référence dans les secteurs du vrac offrant aux exploitants une solution des plus fiable pour la mesure de niveau.

(1) : La constante diélectrique d'un produit ou d'un matériau est le rapport entre sa permittivité électrique (ϵ) et celle du vide (ϵ_0). Cette valeur s'appelle ϵ_r et n'a pas d'unité. Les produits ou matériaux ont tous des valeurs supérieures à 1 et pouvant aller au-delà de 80. Quelques exemples : Eau à 20°C (80) ; Noir de carbone (18,8) ; Bentonite (8,1) ; Maïs (3,6) ; Bauxite (2,5) ; Ciment (2,2) ; Sucre (1,8) ; Granulés de Polyéthylène (1,5) ; Charbon de bois (1,3).

(2) L'angle d'émission est inversement proportionnelle à la fréquence d'émission et au diamètre d'antenne

$$\text{Angle d'émission} = 70^\circ \times \frac{300\,000 \text{ km/s}}{\text{Diamètre de l'antenne} \times \text{fréquence d'émission}}$$